

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ І ПЕРСПЕКТИВИ ПРОМИСЛОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ СВЕРДЛОВИННОЇ ПІДЗЕМНОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ В УКРАЇНІ

Проведений аналіз промислового застосування технології підземної газифікації вугілля у провідних країнах світу. Наведені обґрунтування підтверджують економічну доцільність застосування цієї технології у енергопостачанні, а також при створенні хімічної продукції. Обґрунтована екологічна компонента цього процесу і зроблені висновки щодо застосування технології в Україні.

Проведен анализ промышленного применения технологии подземной газификации угля в ведущих странах мира. Выполненные обоснования подтверждают экономическую целесообразность применения этой технологии в энергоснабжении, а также при создании химической продукции. Обоснована экологическая компонента этого процесса и сделанные выводы относительно применения технологии в Украине.

The analysis of industrial application of underground coal gasification in the leading countries of the world is conducted. Given justifications proved the financial viability of application of this technology in an energy supply, and also at creation of chemical products. Ecological component of this process and conclusions of application of the technology in Ukraine are presented.

Вступ

В умовах світової енергетичної кризи різко збільшується вуглевидобування. Для країн де мало інших джерел енергії, – це питання енергетичної безпеки. Хоча за останнє десятиліття зупинили видобування вугілля Голландія, Данія, Бельгія, Італія, різко зменшився об'єм видобування у Великобританії. Такий самий шлях іноземні експерти пропонують іншим країнам де вугільна промисловість знаходиться у збитковому стані. Висловлюється думка, що нерентабельна вугільна промисловість може поглинути значну частину Держбюджету таких країн, якщо підтримувати на плаву нерентабельні та збиткові шахти, та не дивлячись на це більшість країн все таки продовжують надавати дотації вугільним підприємствам. Тому виникає питання для чого ж використовувати традиційні методи видобування вугілля коли вони є не ефективними, морально застарілими та економічно недоцільними, адже розвиток науково технічного прогресу шукає нові радикальні, екологічно чисті та збалансовані методи видобування корисних копалин з надр землі. Альтернативою традиційного вуг-

левидобування являється якісно нова технологія свердловинна підземно газифікація вугілля (СПГВ).

Вперше практичні досліді СПГВ були проведені на території колишнього Радянського Союзу в 30-х рр. (Лисичанськ, Україна). З моменту появи даної технології яка дозволяє отримати з вугілля ті ж хімічні продукти, що з нафти, в світі спостерігається до них постійна зацікавленість: їх удосконалюють, впроваджують повністю або частково, розробляють нові технологічні схеми які відповідають останнім досягненням науки і техніки.

Необхідно відмітити, що в США та Західній Європі в 1980 рр. проводилися масштабні дослідно-промислові дослідження щодо виявлення ефективності Радянської технології СПГВ. Результатом цих досліджень було встановлено, що дана технологія являється ефективною і необхідною в період зменшення світових запасів природного газу і нафти. Сьогодні можна стверджувати, що такий час вже настав, тому розвиток СПГВ розглядається в світі як можливість отримання дефіцитного і недорогого газоподібного палива.

Зростання цін на газ і нафту викликали нові зусилля із вивчення і впровадження технології підземної газифікації у багатьох країнах (2000-2010 рр.), про що свідчить різке збільшення фінансування науки у напрямку вивчення процесу газифікації вугілля і як результат в провідних країнах у десятки разів збільшилася кількість охоронних документів інтелектуальної власності та патентів за даним напрямком (рис. 1).

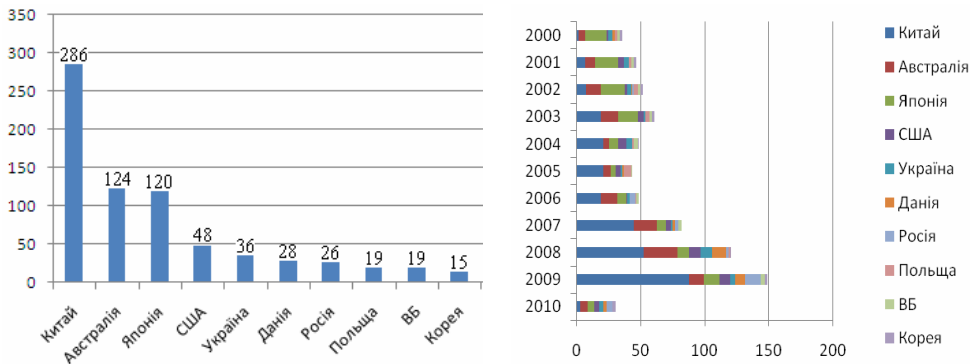


Рис. 1. Загальна кількість патентів та охоронних документів в провідних країнах світу 2000-2010 рр.
(Worldwide European Patent Office, червень 2010 р).

Інтенсивні роботи дослідного та практичного характеру проводяться в Китаї, де за останні роки збудовано 10 промислових станцій підземної газифікації вугілля, в Австралії, де в 2003 р. збудовано одне з найбільших підприємств даного напрямку. Поряд з Китаєм та Австралією на підземну газифікацію вугілля націлена низка країн західної Європи і всього світу. Зацікавленими країнами до СПГВ являються Індоне-

зія, Монголія, Бразилія, Нова Зеландія, Південна Корея та Японія.

Розвиток СПГВ в провідних країнах світу

На території *Китаю* знаходяться величезні ресурси вугілля і його видобуток зріс з 1 млрд. т/р у 2000 р. до 2,8 млрд. т/р у 2009 р. ставлячи Китай на перше місце по видобутку та використанні вугілля. По оцінкам запаси вугілля що знаходяться на глибині понад 1000 м складають 1000 млрд. т, а на глибині понад 2000 м більше як 5000 млрд. т. Саме на цю глибину направлене промислове використання СПГВ в Китаї.

Науковий склад Китаю який займається СПГВ налічує близько сотні аспірантів, а також 15 докторів та кандидатів технічних наук, які працюють над різними напрямками СПГВ в китайському університеті гірничих технологій. Протягом останніх 20 років було проведено 16 експериментальних досліджень. Дослідження були продовженням експериментів які почалися в 1958 р. За цей час було газифіковано вугілля всіх видів що залягають в Китаї. Продукт генераторного газу який був результатом досліджень був використаний як для вироблення електроенергії так і для вироблення аміаку. Зараз стоїть питання щодо використання генераторного газу для виробництва інших видів хімікатів.

Провідна Китайська компанія ЕНН проводить підготовчі роботи по СПГВ. Нещодавно цією компанією був розроблений проект керованої СПГВ біля Монголії. По даному проекту було пробурено дуттєві і газовідвідні свердловину безпосередньо у невідроблений вугільний пласт. Всього було сім дуттєвих і газовідвідних свердловин які були вперше розпалені в жовтні 2007 р. Виробництво газу склало 150 тис м³/д з більше як 60% $CO + H_2$. Саме тому ЕНН планує розширитися втричі до 2020 р. Два нових газогенератори були запущені в 2009 р. кожен із потужністю 500 тис м³/д генераторного газу протягом двох років. Газ планується генерувати на дві 10 МВт станції, які вже збудовані, та переробляти на метанол в об'ємі 20 тис. т/р. Початок запуску нових газогенераторів планується на середину 2010 р. [1].

У 2007 р. закінчився експеримент по апробації підземного газогенератора з довгими стінками, оконтуреними по вугільному пласту горизонтальними свердловинами, з рухомою точкою подачі дуття у міру вигазовування вугільного стовпа.

Під час проведення дослідів випробовувалася двохстадійна подача дуття. У першій стадії подавалося повітря, а у другій – воднева пара. Склад водню (H_2) у паливних газах досягає 45-50%.

У Китаї газифікуються пласти кам'яного вугілля потужністю 1-6 м з кутом залягання пластів від 5 до 40°. При будівництві станцій застосовуються наступні способи підготовки підземного газогенератора: з поверхні, шахтна і шахтна підготовка разом із бурінням технологічних свердловин із поверхні землі. Вартість проекту складає 100 млн. юанів (8,25 млн. USD) [2].

Ціна газу, що відпускається населенню, складає приблизно 0,26 грн. за 1 м³, що приблизно у три рази нижче за вартість природного газу. Газ повністю відповідає санітарним і екологічним нормам. У провінції Шаньдун газом СПГВ користуються понад 6000 сімей шахтарського селища Шизань, що знаходиться поблизу станції

СПГВ. Середня продуктивність підземного газогенератора складає 4562-7879 м³/год.

В *Австралії* існує цілий ряд компаній які займаються експериментальними випробуваннями. Для Австралії вугілля являється основним джерелом теплової та електричної енергії. Крім цього Австралії – найбільший у світі експортер вугілля. Вугільні пласти залягають на глибині від 150 до 400 м які розробляються як відкритим так і підземним способом. В свою ж чергу по критеріям придатності до СПГВ в Австралії велика кількість вугілля може бути газифіковане. Науковці зеленого континенту пліч-о-пліч співпрацюють з науковцями Південної Африки (проект Маюба). На даний момент розробляються два проекти в Суратському басейні (в провінції Квінсленд), також перспективні проекти розробляються в провінціях Вікторія та Західна Австралія. Крім цього одна з приватних компаній планує газифікувати вугілля в Південній Австралії.

Австралійська компанія *Лінк Енерджі* здійснила ряд випробувань СПГВ на вугільному пласті, що залягає на глибині 140 м в басейні Сурат. На цій ділянці використовувалася технологія придбана в *Ерго Енерджі*, з розкриттям вугільного пласта вертикальними свердловинами і утворенням фільтраційного каналу (реакційного) між експлуатаційними свердловинами гідророзривом.

У травні 2006 р. компанію Лінк Енерджі було внесено в список австралійської фондової біржі, за рахунок чого в компанію були введенні значні капіталовкладення, що дозволило виконувати подальші розробки.

Оригінальний бізнес-план компанії полягав у ефективному використанні генераторного газу для виробництва електроенергії, але у зв'язку з низькою ціною на електроенергію в Квінсленді цей план виявився нереалізованим.

Компанія Лінк брала участь в проекті Шиншила вклавши 50 млн. \$ США. Крім того компанія планує розширити спектр своїх проектів в Шиншилі. На початок 2010 р. завершувалося буріння свердловин, а на середину 2010 р. планується запустити новий газогенератор. Проектом передбачається використання кисневого дуття [3].

Лінк Енерджі придбала 74% контрольних пакетів акцій Еростігазу (Узбекістан), яка контролює Ангренську станцію.

Лінк Енерджі співпрацює з В'єтнамською компанією Вінакомін (з 2008 р.) та Японською компанією *Марубені* для оцінки придатності вугільних родовищ до СПГВ. В травні 2009 р. Лінк Енерджі підписала договір з американською компанією ГазТек про покупку 40 тис. гектарів ділянки шахтного поля біля річки Павдер (Вайомінг). Вартість купленої ділянки становить 5 млн. \$ США.

Компанія *Кугар Енерджі* була заснована в 2006 р. і працює над проектом в Квінсленді та Вікторії. Кугар Енерджі керує розробкою СПГВ в Пакистані, Індії та Європі, та підписаний договір щодо розробки проекту в провінції Сінд (Пакистан) на кам'яновугільному родовищі площею 47 км² кам'яновугільного басейну.

Кугар Енерджі планує використовувати тенхнологію СПГВ компанії Ерго Енерджі (розкриття вертикальними свердловинами з гідророзривом на основі радянських розробок). Біля міста Кінгарой (штат Квінсленд) компанія володіє вугільним родовищем площею 4,5 км², де залягають вугільні пласти на глибині 150 м потужністю більше 10 м кожен. СПГВ на цій ділянці забезпечила б виробництво 400 МВт електроенергії протягом 30 років. Дана програма оцінюється в 500 млн. \$ США, і

повинна запрацювати в кінці 2012 р.

Перспективним для Кугар Енерджі являється спільний проект з підприємством Вугільні Ресурси Вікторії, в якому планується газифікувати поклади буровугільного родовища що залягають на глибині від 100 до 700 м з потужність 10-70 м.

Компанія *Карбон Енерджі (КЕ)* являється власником частини вугільного басейну Сурат в Квінсленді, запаси якого оцінюються від 250 до 600 млрд. т високозо-льного суббітумного вугілля, що залягає в пластах потужністю від 10 до 20 м.

Карбон Енерджі брала участь у першому випробуванні СПГВ в Рокі Хілл. КЕ використовує технологію направленої буріння в якій дві свердловини з'єднуються біля розпалювальної свердловини.

Тривалий план розвитку компанії був оприлюднений у 2008 р. Планувалося провести 100-денне демонстраційне дослідження СПГВ з бюджетом 20 млн. \$ США.

На початок 2010 р. після 14 місяців роботи цей проект успішно втілювався в життя (рис. 2). Теплота згорання газу становила 6 МДж/м³ при повітряному дутті та 13 МДж/м³ при кисневому. Склад отриманого газу був здебільшого стабільний, з невеликими відхиленнями в кількісному показнику. Варіювання сумішню дуття призводило до якісних змін показників генераторного газу, в результаті чого був затверджений план для максимізації виробництва хімікатів і рідких палив.

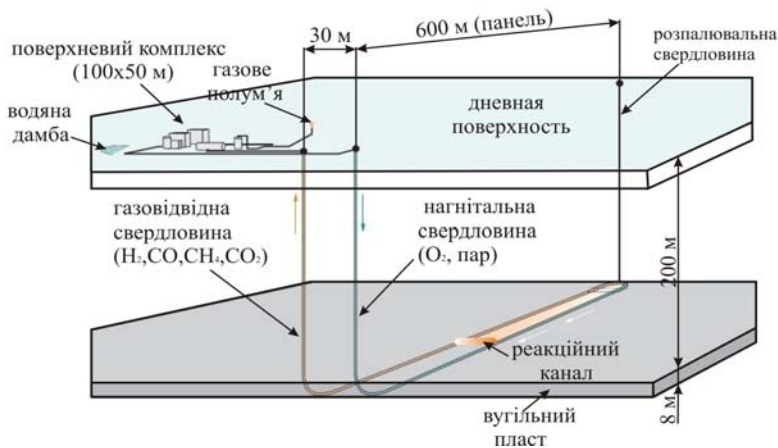


Рис. 2. Схема газогенератора з двома паралельними горизонтально-похилими свердловинами

В грудні 2009 р. Карбон Енерджі клопотала щодо будівництва 5-ти МВт електростанції яка буде використовувати генераторний газ для виробництва електроенергії, та збільшити потужність станції протягом року до 20 МВт.

В довготривалі плани КЕ входять:

– збільшити виробництво електроенергії від 150 МВт в 2015 р. до 300 МВт у 2020 р;

– збудувати завод аміаку який буде використовувати виключно газ підземної газифікації;

– виробляти різних видів хімікати та транспортне паливо;

Великий хімічний завод зміг би виробляти 1000 тонн аміаку за добу, >1000 тонн метанолу в день а також 10,000 барелів рідких транспортних палив за добу. За підрахунками такий завод коштуватиме компанії більше 1 млрд. \$ США [4].

На сьогоднішній день в **Південній Африці** існує два проекти. Еском – ініційований в 2001 р., але роботи розпочиналися в 2006 р. а другий Сасол де розпочався керований процес в 2009 р. Згідно проведених досліджень Південна Африка володіє значними запаси вугілля яке залягає в підроблених пластах. Поточні випробування проводяться для вивчення процесу СПГВ для постійного виробництва електроенергії в майбутньому.

Проект Еском в Маюбі. Основні роботи СПГВ Маюба в Південній Африці проводяться в Мпумалангі де знаходиться 4110 МВт енергетична станція біля вугільного родовища, що розробляється різними способами. СПГВ Маюба є власністю Ескому яка використовує ліцензію канадської фірми Ерго Енерджі. Ліцензія даної технології передбачає розкриття вугільного пласта вертикальними свердловинами з подальшим гідророзривом. При даній технології використовується повітряне дуття.

Керований процес розпочався у січні 2007 р. і його результати були повністю схвальними, що забезпечило розробку документації до великомасштабного виробництва генераторного газу. На даний час Еском проводить великомасштабне випробування СПГВ.

Проект Сасол в Секунді. Нещодавно компанія Сасол вирішила розглянути на практиці метод підземної газифікації вугілля для виробництва генераторного газу. Випробування СПГВ вирішено провести неподалік шахти Секунда. Вибрана ділянка шахтного поля знаходиться на відстані 500 м від шахтного комплексу. Запаси вибраної ділянки складають приблизно 2 млрд. т вугілля, що залягає в пластах на глибині 160 м з середньою потужністю 3 м. При успішному проведенні СПГВ ще 30 млрд. т вугілля неподалік шахти Секунда може бути передане компанії Сасол. Відносно недалека відстань від шахти сприяє проведенню проекту в плані постачання електроенергії, а генераторний газ може перероблятися в комплексі Секунда для виготовлення рідких палив. Поточна програма передбачає:

- розробку документації до кінця 2009 р;
- завершення буріння свердловин в середині 2010 р;
- запуск газогенератора до кінця 2010 р.

Передбачається використовувати технологію з проведенням вертикальних свердловин та їх з'єднання гідророзривом.

Проектом передбачено проведення чотирьох експериментальних газогенераторів з різними технологіями проведення та подаванням дуттєвої суміші для оптимізації параметрів до вугільного родовища. П'ятий газогенератор повинен стати на рівень промислового виробництва генераторного газу.

Канада має великі запаси вугілля, більшість з яких ймовірно придатна до СПГВ. Головний офіс Ерго Енерджі розташований в м. Монреаль. Ерго Енерджі ліцензує власну технологію СПГВ, яка заснована на досвіді країн колишнього Радян-

ського Союзу. Лаурус Енерджі одна з перших Канадських компаній яка придбала цю ліцензію. Вона оцінює придатність покладів вугілля в більшості провінцій Канади.

У 2008 р. на конференції присвяченій підземній газифікації вугілля в Х'юстоні, Лаурус Енерджі презентувала потенціал СПГВ. В кінці року було повідомлено, що Лаурус Енерджі розпочне виконувати проект СПГВ в Канадській провінції Альберта, або в США [5].

На початку 2009 р. розпочато будівництво експериментальної СПГВ в провінції Альберта, що знаходиться на півночі від м. Едмонтон – 250 км. Експериментальні дослідження оцінили в 30 мільйонів \$ США, з яких 9 мільйонів \$ США виділив уряд провінції Альберта. На кінець 2009 р. закінчувалося буріння свердловин на глибину 1400 м [6]. Проектом передбачено використовувати збагачене парокисневе дуття для отримання генераторного газу з високо теплоотою згорання. Проектом передбачено отримувати 900 тис. м³/д. На даний час проект знаходиться на кінцевій стадії підготовчих робіт. Якщо експеримент стане успішним планується розробка проекту СПГВ біля м. Друмхелер. Це і буде початком промислового впровадження СПГВ в Канаді.

Індійський уряд демонструє значний інтерес до СПГВ. На засіданні уряду в 2007 р. було заслухано звіт головного наукового радника «Про історію та перспективи розвитку газифікації в Індії» [7].

У 2007 р. роботи по СПГВ проводилися за участю Міністерства вугільної промисловості Індії та Американського міністерством енергетики. В результаті співпраці планується провести три експериментальні проекти. Перед проведенням експериментальних робіт передбачається детально вивчити результати дослідження в Австралії та Південній Африці.

На думку індійського Міністерства енергетики демонстраційні експериментальні дослідження СПГВ необхідні для визначення доцільності та узагальнення економічної ефективності для залучення іноземних інвестицій у промислове виробництво генераторного газу.

Австралійський уряд підтримує ведення підготовчих робіт по впровадженні технології СПГВ в Індії і в наступній стадії програми запропонував зробити технічне обґрунтування і детальне планування протягом 2010 р. для демонстрації СПГВ в районі Годаварі. Даний проект проводитиметься за підтримки австралійської компанії Карбон Енерджі на вугільному родовищі, що залягає на глибині 300-400 м з потужністю пластів від 5 до 15 м.

Японія хоч контролює велику кількість вугільних шахт по всьому світу, але і сама має значні запаси кам'яного вугілля в континентальному шельфі. Саме там відбувалося випробування СПГВ і була затверджена програма по вивченню на найближчі 10 років.

Технічні та економічні вивчення проводив Університет Токіо [8]. Експеримент проходив по розробленій в США технології. Для експерименту було вибрано ділянку вугільного родовища на острові Хоккайдо де знаходився вугільний пласт потужністю 3-7 м з кутом нахилу до 30°, що залягав на глибині від 150 до 350 м.

В 2008 році був оприлюднений дослідний звіт за яким працювали 20 компаній включаючи Мітсубісі і Марубені в якому було розроблено технологію СПГВ до промислового використання яка повинна реалізуватися в найближчі 5 років.

У *Великобританії* вугілля залягає як на суші так і на півдні Північного моря. Після іспанських випробуванням в Ель Тремедалі, які частково фінансував уряд Великобританії, були проведені наукові дослідження на теренах туманного Альбіону.

Вугільна організація, ініціювала дослідження по СПГВ як потенційну енергетичну альтернативу для об'єднаного Королівства. Цю роботу пізніше підтримав департамент торгівлі та промисловості [9].

Ряд вугільних пластів пройшли критерії СПГВ біля родовищ Йоркширі, Лінкоширі, Варвікширі і біля річки Ді, які знаходяться на глибині 600 м. Також придатними є родовища в Південному Уельсі і в кам'яновугільному басейні Клакман в Шотландії. А родовище біля річки Ді особливо привабливе через його близькість до промислових міст. Також не можна виключати запаси вугілля під Північним Морем яке залягає на глибині понад 2000 м.

Починаючи з 01.07.2007 р. на території *Польщі* проходить реалізація спільного проекту «HUGE: Воднево орієнтована підземна газифікація для Європи» в якому приймають участь вчені з України, Польщі, Німеччини, Бельгії та Англії, загальна вартість проекту складає 3,6 млн. Євро з впровадженням в експлуатацію експериментального газогенератора в умовах шахти «Барабара». Основні фінансові витрати припадають на Європейський фонд «Вугілля і сталі».

Геологічні умови кам'яновугільного басейну в *Новій Зеландії* характеризуються складною геологічною структурою. Тут зустрічаються як диз'юнктивні так і плікативні порушення. Крім цього вугільне родовище знаходиться під великими ріками та озерами, головними автошляхами та культурно побутовими спорудами.

Геологія стала вирішальним фактором яка сприяла основному розвитку СПГВ, у зв'язку з неможливістю використання шахтного способу. Питанням СПГВ у Новій Зеландії займається компанія СЕНЗ яка використовує комбінацію наступних методів, щоб визначити придатність вугільних родовищ до СПГВ:

- Обробка геологічних даних по сітці геологічних свердловин включаючи літологію, якісні характеристики вугілля;
- Вивчення геотехнічної моделі;
- Гідрогеологічне моделювання, для визначення можливих забруднень ґрунтових вод, та міри по недопущенню цього процесу;
- 3D сейсмічне моделювання.

Використовуючи ці методи були встановлені межі свердловинної підземної газифікації вугілля згідно якими майже половина вугільних запасів може бути газифікована. В найближчі роки після остаточного вивчення процесу планується провести ще декілька експериментальних досліджень. Якщо експерименти пройдуть вдало то СПГВ в Новій Зеландії стане на промисловий рівень.

На території *США* знаходяться величезні запаси вугілля які на сьогоднішній день повністю не підраховані. У штатах Вашингтон, Західна Віргінія та Вайомінг проводилися основні випробування.

На даний час розробляються два проекти, один в Індіані а другий у Вайомінгу. Де знаходяться значні запаси некондиційного суббітумного вугілля. Компанія ГазТех об'єдналася з Брігіш Петроліум для великомасштабного проекту СПГВ. Також виконуються програма Департамент енергетики США «Чисте вугілля» (Chemical clean coal

project) із загальним обсягом фінансування 6 млрд. \$ США. Також у США реалізується спецпрограма, що передбачає пільгове кредитування в області розробки синтетичних твердих, газоподібних і рідких високоякісних палив з вугілля (за умови того, що їх вартість не перевищує вартості аналогічного за якістю продукту на основі нафти і природного газу) [10]. Найбільш детально і кваліфіковано дослідженні можливості підземної газифікації вугілля здійснені компанією «Енерджі Інтернешинал».

В **Ірландії** апробація технології СПГВ відбулася у вугільному басейні Кіш біля побережжя недалеко від Дубліна в 2008 р. Проект розвідки та визначення придатності здійснює ТОВ ВП. По даним розвідки розробка критеріїв, а також вивчення можливих технологій підземної газифікації планується прийняти законопроект щодо фінансування експериментальних досліджень [11].

Вугілля в енергетичному секторі **Бразилії** складає лише 6%. Це пояснюється наявністю великої кількості гідроелектростанцій, які виробляють до 85% електроенергії. В такому використанні великої кількості води відчувається певна небезпека яка може супроводжуватися катастрофічними наслідками для міст та сіл поряд з гідроакомуляючими станціями. Причинами занепокоєнь являються сезонні зміни клімату і як результат збільшення кількості опадів, а також сам стан гідроелектростанцій.

Бразильські кам'яновугільні басейни знаходяться переважно в Парані, Санта Катаріні і Ріо Гран де Солі. Географічно в південній частині країни і біля побережжя. Вугільні запаси частково почали розвідувати в 1982 р., і до кінця так і не були розвідані. За припущенням геологів кам'яновугільний басейн простягається і по дну континентального шельфу під Атлантичним океаном.

Перш за все в Бразилії розглядаються питання щодо газифікації непідроблених вугільних пластів які залягають на глибині понад 1000 м [12]. Дослідження в Бразилії повинні встановити параметри газифікації, контроль за веденням реакцій та якістю генераторного газу, проведення лабораторних досліджень.

Центр Чистих Вугільних Технологій що вивчає СПГВ фінансується гірничою промисловістю та федеральним урядом. За прийнятим законом 11.909 від 4 березня 2009 р. чітко встановлено, що газова продукція видобута з вугілля належить власнику, для сприяння розвитку СПГВ. Це перший великий законодавчий крок щодо розвитку підземної газифікації вугілля.

Починаючи з 2008 р. зацікавленість до СПГВ в **Словенії** широко зросла на основі успішних досліджень по всьому світу. Говорячи про перспективу слід зазначити, що перший етап по підготовці а це оцінка та визначення критеріїв придатності вже пройшов на початку XXI ст.

У **В'єтнамі** австралійська компанія Лінк Енерджі і Корпорація Марубені закінчили переговори з В'єтнамською національною вугільно-промисловою групою (Вінакомін) щодо проведення першого етапу проекту СПГВ біля міста Тонкін, недалеко від дельти Червоної річки. Перший етап передбачає проведення свердловин в місці майбутнього газогенератора. Розташовуватиметься газогенератор приблизно 60 км. на південний схід від м. Ханоя в провінції Ханг Єн.

Інші організації у В'єтнамі також мають намір проводити випробування але поки що не спостерігаються істотні проекти. Російська компанія Газпром підписала угоду щодо поставки обладнання для виконання проекту СПГВ

Буровугільні пласти придатні по критеріям до СПГВ залягають на глибині 250-1200 м і простягаються на площі 3500 км². Середня потужність коливається в межах 20-100 м з оцінкою запасів в 210 млрд. т. Розвідка пласта свідчить про наявність низько зольного буровугільного пласта, з стабільною геологією.

Не аби яку цікавість до СПГВ демонструє **Казахстан**. Буровугільне родовище розташоване в північному Казахстані, приблизно 120 км. Від м. Костанія. Для розробки проекту залучені ряд компаній зокрема Промгаз, Шкотський гірничий інститут, Казгеологія, Центрергеоланіт. На даному етапі здійснюється перший етап реалізації проекту:

Перший етап – геологічна розвідка яка почалася в грудні 2009 р. для встановлення об'ємів потенційних запасів. Бюджет проведених робіт складає 1 млн. \$ США;

Другий етап – підготовчі роботи та буріння перших свердловин в 2013 р. Бюджет проведених робіт складає 37 млн. \$ США.

Казахстан планує на середину 2010 року почати будівництво станції «Підземгаз» потужністю близько 7 млрд. м³ газу на рік. Сировиною для підземної газифікації буде вугілля Нижньо-Ілійського родовища, запаси якого близько 10 млрд. т. Будівництво станції, банком-кредитором Туран Алем, оцінено у 300 млн. дол. США.

Екологічні аспекти підземної газифікації вугілля

Міжнародне енергетичне агентство (IEA) прогнозує, що до 2030 р. споживання вугілля зросте майже на 60%. При спалюванні вугілля ми викидаємо в атмосферу величезну кількість вуглекислого газу, а також окисли азоту, діоксид сірки і ртуті. На сьогоднішній день вугілля забезпечує близько 40% світового вироблення електроенергії і є основним енергоносієм в світовому виробництві сталі [13].

Незважаючи на певні недоліки СПГВ має ряд явних екологічних переваг, перед традиційними методами видобутку вугілля:

- Істотно зменшуються вилучення і деформації земель.
- Виключається виділення пилу і кислотного стоку з поверхні зовнішніх відвалів, їх вилуговування і горіння.
- Відсутність необхідності в збагаченні, і забруднення пов'язані з цим процесом.
- Зменшується пилова, шумова і візуальна дія на поверхню.
- Знижується ризик забруднення поверхневих вод.
- Зменшення викидів, оскільки процес відбувається під землею і всі продукти утилізувалися.
- Знижується інтенсивність золоутворення, і виключається викид золи в атмосферне повітря.
- Небезпечні процеси транспортування і розвантаження вугілля замінюються на безпечніше транспортування очищеного горючого газу в місця його безпосереднього використання.
- Немає необхідності використовувати зовнішні джерела води в процесі.
- Виключаються скидання стічних вод і порушення технології водовідведення.
- Виключаються викиди метану в атмосферу, оскільки метан являється складовою частиною отримуваних газів.

Економічні аспекти підземної газифікації вугілля

При транспортуванні газів СПГУ на далекі відстані – знижується рентабельність виробництва і підвищується ризик витоку продукту. Ідеальним рішенням є будівництво енергохімічних комплексів, що складаються із станцій ПГВ, ТЕС, хімічних підприємств, для комплексної переробки продуктів газифікації вугілля. Такий комплекс, зможе забезпечити населений пункт електроенергією, теплом, газом а також сотнями робочих місць.

Генераторний газ підземної газифікації вугілля цілком успішно конкурує з аналогічним продуктом, що отримується при паровому риформінгу природного газу.

Великі перспективи відкриваються перед підземною газифікацією вугілля при переході на великі глибини 700 м і більше.

Кінець кінцем, все визначається вартістю нового палива, яка, за американськими джерелами, може бути до погашення зобов'язань по кредитах близько 40 \$ США за 1000 м³, а після – менше 10 \$ США за 1000 м³ [14].

Підприємство підземної газифікації потужністю по переробці 1 млн. тонн вугілля, може виробляти 2-3 млрд. м³ газу, достатнього для забезпечення електростанцій потужністю 300 МВт або виробництва 250 тис. тонн бензину або його компонентів при нижчих витратах (у 2,5 рази) на створення такого підприємства, в порівнянні з вугільною шахтою при дотриманні сучасних вимог екологічної безпеки. Переробка 1 млн. тонн вуглевмісних відходів дозволяє отримати більше 100 тис. тонн цінних хімічних продуктів і більше 150 тис. тонн моторних палив і їх компонентів [15].

Для енергетики тих регіонів, в яких є запаси кам'яного або бурого вугілля, відкриваються нові можливості, а саме: будівництво енергетичних підприємств, що працюють на «власній» енергетичній сировині – газі підземної газифікації вугілля.

Розрахункове значення собівартості електроенергії на такому підприємстві складає – 0,14 грн/кВт.г.

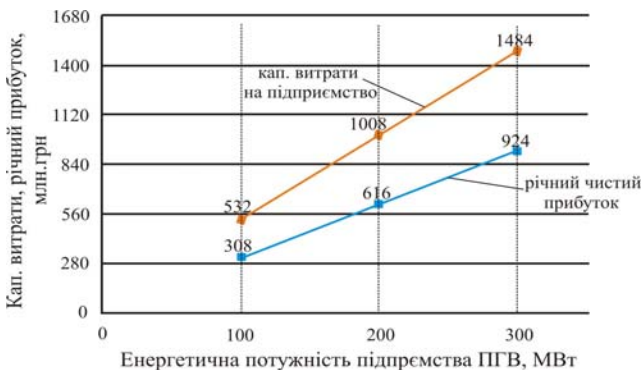


Рис. 3. Річний прибуток станції ПГВ в залежності від капітальних витрат та енергетичної потужності підприємства

Термін окупності засобів, витрачених на будівництво підприємства даного профілю, складає 2-2,5 року, в залежності від енергетичної потужності підприємства (рис. 3).

Слід зазначити, що в структурі капітальних витрат, потрібних для будівництва підприємства такого роду, приблизно 75% від суми витрат складає вартість наземного енергетичного, а 25% суми загальних витрат складають витрати на створення підземного газогенератора і здійснення власне газифікації вугільних пластів.

Економічна оцінка підземної газифікації вугілля проводилася порівняно з процесом Лургі. В обох випадках склад газу приймався однаковим. Як дуття застосовувалося 98 % O_2 і водяна пара при тиску 4,0 МПа (40 кгс/см²). На рис. 4 приведені результати порівняльних розрахунків.

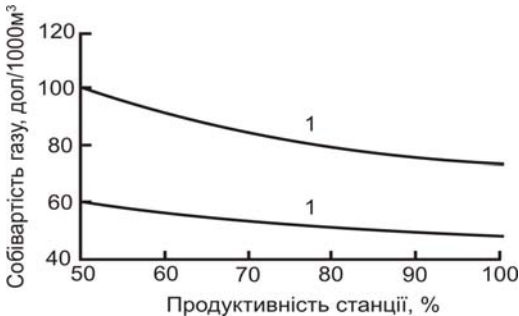


Рис. 4. Собівартість синтетичного газу залежно від продуктивності станції: 1 – газ наземної газифікації (метод Лургі); 2 – газ ПГУ [16]

При 100 % продуктивності установки, вироблений газ по методу Лургі, майже в 1,6 раза дорожчий за газ, що отримується при підземній газифікації вугілля.

При збільшенні продуктивності установки з виробництва газу по методу Лургі удвічі вартість його знижується зі \$100 до \$74, а при підземній газифікації вугілля, відповідно з \$59 до \$50 за 1000 м³.

Висновки

З урахуванням зменшення запасів нафти і природного газу вугілля в майбутньому повинне відігравати провідну роль в електроенергетиці і в промисловості, а також як замітник нафти і природного газу у виробництві тепла і як сировина для створення різних рідких палив і цінних хімічних продуктів. По оцінках фахівців, 1 тонна вугілля еквівалентна 0,6 куб. м нафти. За таких умов приріст споживання енергії вдасться покрити головним чином за допомогою збільшення видобування та комплексного переробки вугілля.

Для умов українського паливно-енергетичного сектору продовження наукових досліджень і обґрунтування можливості застосування радикальних технологій у цьому секторі таких, як підземна газифікація вугілля є вкрай необхідним. До цього спонукають також загально світові тенденції. Очевидно, що СПГУ, вже найближчим часом, займе міцні позиції в світовій енергетиці, а вугілля знов стане основним джерелом чистої енергії.

Список літератури

1. Feng Chen. The UCG progress in China. In: Proceedings of the 3rd international UCG conference. London, UK, 6 Feb 2008, Underground Coal Gasification Partnership, vp. 2008.
2. Liu SQ, Li J., Mei M., Dong D., Groundwater Pollution from Underground Coal Gasification, Journal of China University of Mining & Technology Vol.17, Dec. 2007. – No.4. – 0467.
3. Minotti M. Personal communication. Project Manager, Linc Carbon Solutions, Chinchilla, Queensland, Australia, 26 May 2009.
4. Mallett C. Carbon Energy's Bloodwood Creek UCG project. Paper presented at: CoalTech 2009 . Brisbane, Qld, Australia, 29-30 Sep 2009. Sydney, NSW, Australia, IIR Pty Ltd., 2009. – 11 pp.
5. Bradbury D. Canadian firm to take clean coal underground. BusinessGreen . Available from: <http://www.businessgreen.com/business-green/news/2232912/canadian-firm-clean-coal>, (19 Dec 2008).
6. Green Car Congress. Alberta to host underground coal gasification demo. Available from: <http://www.greencarcongress.com/2009/03/alberta-to-host-underground-coal-gasification-demo-update-on-linc-chinchilla-ucg-in-australia.html> 3 pp 18 March 2009.
7. Government of India 2007 Status report on underground coal gasification. PSA/2007/1. Available from: http://psa.gov.in/writereaddata/-11913281701_ucg.pdf New Delhi, India, Office of the Principal Scientific Adviser, 93 pp Aug 2007.
8. Burton E, Friedmann J, Upadhye R (2006) Best practices in underground coal gasification. Draft. US DOE contract no W-7405-Eng-48. Livermore, CA, USA, Lawrence Livermore National Laboratory, 119 pp 2006.
9. DTI. Review of the feasibility of underground coal gasification in the UK. DTI/Pub URN 04/1643, Didcot, Oxfordshire, UK, Harwell International Business Centre, 2004. – 46 pp.
10. Thorsness, C.B., 1987, Unconfined Flow As A Mechanism Of Water Influx To A UCG System. Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA. UCRL-97203.
11. Mayne D. Personal communication, 26 Feb 2009.
12. Dantas A. Brazilian geological knowledge. In: Proceedings of PDAC 2008 Toronto, Ontario, Canada, 3 Mar, 2008, Available from: <http://www.pdac.com.br/2008/noticia16/agamenon.pdf>, 2008. – 46 pp.
13. Нікіфоров О. Н. Нові технології вугільної генерації екологічніші за АЕС і ГЕС. – 2006.
14. К вопросу о подземной газификации углей. Журнал «Новости теплоснабжения» № 7, 2005 г., www.ntsng.ru.
15. Повышение эффективности использования энергоресурсов Украины / А.В. Пешко, Н.Г. Белопольский, Д.К. Турченко // Максимальное использование угля – основного энергетического сырья Украины. – К., 2005. – С. 23-29.
16. Язев А.С. Газификация твердого топлива. Конспект.